



**HAL**  
open science

## Retour sur expérience dans le cadre d'une certification intitulée "PLCnext for Bachelor Level", 1ère mondiale

Pascal Vrignat, Luc Berthon, David Delouche, Manuel Avila, Florent Duculty, Stéphane Begot, Jean-Christophe Bardet

### ► To cite this version:

Pascal Vrignat, Luc Berthon, David Delouche, Manuel Avila, Florent Duculty, et al.. Retour sur expérience dans le cadre d'une certification intitulée "PLCnext for Bachelor Level", 1ère mondiale. Journal sur l'enseignement des sciences et technologies de l'information et des systèmes, 2023, 22, pp.1004. 10.1051/j3ea/20231004 . hal-04273675

**HAL Id: hal-04273675**

**<https://hal.science/hal-04273675>**

Submitted on 6 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Retour sur expérience dans le cadre d'une certification intitulée "PLCnext for Bachelor Level", 1<sup>ère</sup> mondiale

Pascal Vrignat, Luc Berthon, David Delouche, Manuel Avila, Florent Duculty, Stéphane Begot, Christophe Bardet.

[pascal.vrignat@univ-orleans.fr](mailto:pascal.vrignat@univ-orleans.fr)

Univ. Orléans, INSA-CVL, PRISME, EA 4229, F45072, Orléans, France

IUT de l'Indre, Département GEII, 2 Avenue François Mitterrand 36000 Châteauroux, France

**RESUME :** En 2017, l'Institut Universitaire de Technologie en Génie Electrique et Informatique Industrielle de Châteauroux (Université d'Orléans) a été la 1<sup>ère</sup> Université française à rejoindre le réseau international EduNet. En 2021, cette collaboration a été décuplée avec la mise en place d'une certification en corrélation avec les besoins de l'industrie 4.0. Cette certification appelée "PLCnext certification for Bachelor Level" est une première mondiale depuis 2 ans. Cet article propose de retracer cette histoire.

**Mots clés :** EduNet, industrie 4.0, Phoenix Contact, Skkynet, Université, certification, Bachelor

## 1. INTRODUCTION

Le concept d'industrie du futur, également appelé "Industrie 4.0", a été présenté en Allemagne en 2011 (Foire de Hanovre). A l'époque, les discussions sur ce thème portaient sur les actions à mener pour rendre l'industrie allemande plus compétitive afin de faire face au continent asiatique et à sa capacité industrielle. Dans ces conditions, ce concept a réuni de nombreux pays, dont la France, dans le cadre du projet "Industrie du futur" initié par le Président de la République en 2015. L'industrie du futur est alors associée à la 4<sup>ème</sup> révolution industrielle. L'objectif de cette révolution est de permettre à l'industrie de bénéficier des progrès et des solutions disponibles dans le domaine des technologies numériques. Jusqu'au début des années 2000, le paradigme industriel impliquant l'OT (Operational Technology) séparait néanmoins l'IT (Information Technology). Les processus industriels étaient alors fonctionnellement et physiquement structurés et hiérarchisés selon un modèle pyramidal (CIM : Computer Integrated Manufacturing) ou un modèle "Purdue"<sup>1</sup>. Cette structuration fait désormais converger des briques ou des fonctions différentes qui peuvent être mises en œuvre en fonction de besoins spécifiques. Citons par exemple, les nouveaux procédés de fabrication, les machines intelligentes, les nouveaux matériaux, le couplage de procédés, le contrôle et la commande, le suivi et la traçabilité, la fabrication additive, les jumeaux numériques... Ces solutions principalement numériques intègrent l'ingénierie numérique (modélisation, simulation, réalité virtuelle ou

augmentée), la chaîne numérique (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), gestion du cycle de vie des produits (PLM), planification des ressources de l'entreprise (ERP), gestion électronique des documents (GED)...), l'Internet des objets (interconnexion, objets intelligents), la communication (protocole, sécurisation des échanges), le Big Data, le data mining et les fonctions hébergées dans un Cloud. Comme toute révolution, l'industrie 4.0 demande aux entreprises de s'adapter efficacement dans un contexte d'accélération de l'innovation technologique. Cette adaptation n'est pas la seule. Elle impacte également les différentes formations universitaires et certains projets de recherche. Cet article présente un retour d'expérience qui a conduit notre université à adapter ses enseignements tout en accélérant la participation bénéfique des partenaires industriels.

## 2. DEBUT DE LA COLLABORATION AVEC PHOENIX CONTACT ET SKKYNET

En 2017, nous avons répondu à un besoin technique d'un agriculteur. Cet agriculteur souhaitait gérer les différentes recettes d'irrigation de ses cultures avec un Smartphone. Après une étude et la création d'un prototype, nous avons répondu favorablement au besoin. Ce projet a donc abouti. Nous avons ensuite soumis ce travail au concours national organisé par le club EEA (association française des sciences de l'ingénieur) : "Mon projet en 5 minutes". Ce concours est destiné à mettre en valeur les projets techniques et scientifiques des étudiants. Il est ouvert

---

<sup>1</sup> Le modèle de référence "Purdue" est un modèle pour la segmentation du réseau ICS (Industrial Control System)/OT qui définit six couches.

aux étudiants en Licence et en Master. Chaque équipe doit soumettre une description de 2 pages accompagnée d'une vidéo de 5 minutes. Les équipes sélectionnées doivent ensuite présenter leur projet devant un jury composé d'universitaires et de partenaires industriels. Cette présentation dure 30 minutes avec des questions. À la fin de la compétition, notre équipe a remporté la première place et ce fut un véritable booster avec Phoenix Contact (fig. 1, fig.2) [1].



2017 - Victory in the national competition "My project in 5 minutes" competition

fig. 1 : L'équipe gagnante et la cérémonie de remise des prix à l'IUT

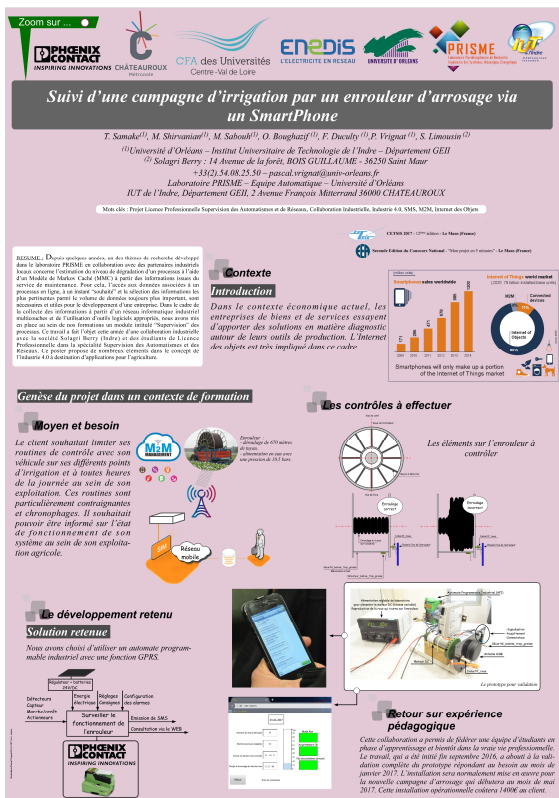


fig. 2 : Le poster de présentation

Pour donner suite au résultat du concours national, nous avons eu l'honneur de signer le premier accord français. A cette époque, l'Université d'Orléans était la première université française à rejoindre le réseau EduNet (fig.3). Depuis, cet accord nous a permis d'être une vitrine technologique. L'éditeur de logiciels Skkynet faisait également partie de notre solution pour l'industrie 4.0. Skkynet propose un middleware temps réel pour l'automatisation industrielle. Le nom du logiciel est Cogent DataHub (fig.4).



Juillet 2017, l'IUT de Chateauroux devient membre officiel du réseau EduNet

**EduNet : partenaire pour un enseignement supérieur international**

Avec l'aide du réseau universitaire international EduNet, Phoenix Contact encourage l'échange et la collaboration entre diverses universités œuvrant dans le domaine de l'automatisation des processus et en R&D. Dans ce cadre, les enseignants partenaires conçoivent leurs enseignements grâce au matériel Phoenix Contact offert par cette convention. En échange, ils doivent laisser à disposition de la communauté inscrite sur la plateforme EduNet leurs supports pédagogiques. Des laboratoires «Phoenix Contacts» sont même initiés au sein d'universités de manière collaborative facilitant ainsi, l'entrée des étudiants dans le monde professionnel.

M. Vignat explique : « Le monde digital est en pleine mutation pour le grand public, et au sein de l'industrie du futur, les réseaux de communication numérique, les environnements ERP, le Cloud... sont des briques aujourd'hui incontournables. Nous avons souhaité dès la création de notre institut être «vitrine technologique». Nous travaillons depuis plus de vingt années pour des partenaires qui souhaitent franchir le cap du transfert de technologies au sein de leur société. Nos activités en Recherche (Laboratoire PRISME) pour l'optimisation des politiques de maintenance sont également très imbriquées dans cette mutation. Le moment était certainement venu de travailler encore plus étroitement avec Phoenix Contact et donc EduNet. Nous venons de lancer cette année, un projet de virtualisation 3D de machines avec un contrôle-commande provenant du réseau international EduNet du groupe Phoenix d'une plateforme PLC nouvelle génération. »

fig. 3 : L'accord et sa convention en 2017 (magazine Update).

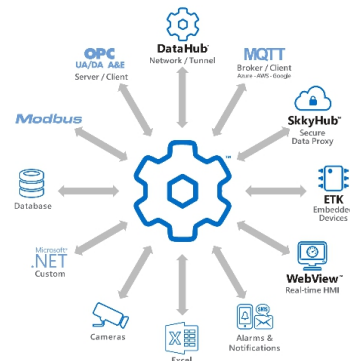


fig. 4 : Les services de Cogent DataHub

**3. 2018, UNE NOUVELLE ETAPE DANS LE PARTENARIAT**

2018 a été un vrai accélérateur pour nos différentes collaborations (industrielles et institutionnelles). Notre sélection pour la finale du Concours International Xplore a été une vraie reconnaissance pour la qualité de notre travail avec les étudiants et nos partenaires. Notre équipe a terminé parmi les 6

meilleures équipes de la catégorie "Environnement" avec des équipes de Singapour, de Namibie, des États-Unis, des Émirats Arabes Unis et de Chine.



fig. 5 : Notre équipe pour Xplore 2018

Ce travail nous a également permis de faire travailler ensemble des étudiants de 4<sup>ème</sup> année ingénieur de l'INSA Centre Val de Loire et des étudiants de 3<sup>ème</sup> année Bachelor (fig. 5, fig. 6, fig. 7).

**xplore** **Xplore new-automation Award 2018**  
 Deux équipes universitaires françaises en finale d'un challenge international sur les nouvelles technologies

C'est à l'occasion des vingt ans du challenge international Xplore New Automation que deux équipes universitaires ont été sélectionnées pour la grande finale organisée en Allemagne (Bad Pyrmont) les 7 et 8 mars 2018. Aucune équipe française n'avait pu se qualifier jusqu'à présent. Ce challenge, mettant en exergue les nouvelles applications numériques était organisé par le ministère de l'énergie allemand et le groupe International Phoenix Contact.

Après une phase de pré-sélection estivale, deux universités françaises avaient décroché le droit de tenter d'accéder à la grande finale 2018. La première équipe classée dans la catégorie environnement était constituée d'une étudiante de l'UT de Trier en licence professionnelle Supervision des Automatismes et des Réseaux et de deux élèves ingénieurs de 4<sup>ème</sup> année en maîtrise des risques industriels de l'INSA Centre-Val de Loire situés à Bourges. Leur projet consistait à réaliser le suivi d'une campagne d'irrigation par un enrouleur d'arrosage, via un smartphone.

La deuxième équipe classée dans la catégorie « usine intelligente » était constituée de trois étudiants scolarisés en Master SMART-Système-Machine-Automates à l'université de Lille 1. Leur projet consistait à valider une Solution PLCnext pour le pilotage et la régulation d'une station de traitement d'eau à distance. Chaque équipe présélectionnée pouvait disposer de 5000 € de dotation de matériel et de logiciels afin de mener à bien ses travaux entre le mois de septembre et le mois de janvier.

Le jury du mois de janvier après dépôt des travaux ne retenir seulement que 24 équipes sur 95 universités pour 4 catégories (environnement, usine intelligente, infrastructures urbaines, applications ludiques). Lors de la grande finale devant un jury constitué d'experts, l'équipe IUT-INSA CVL devait concourir avec 5 équipes (Chine, USA, Namibie, Singapour, Pays Arabes Unis). L'équipe de l'université de Lille 1 était à elle, se affrontait avec deux équipes chinoises, une américaine, une allemande, une suisse et une égyptienne.

Après une soutenance dans un amphithéâtre plein à craquer et une présentation technique parfaite, les deux équipes françaises terminent au pied du podium. Pascal Vignat, Florent Ducury, Frédéric Kratz et Jean-Marc Vienneau (enseignants chercheurs et encadrants des deux projets) soulignent la qualité et la concurrence très forte mais constructive des différents sujets proposés.

Les équipes gagnantes ont été invitées par Phoenix Contact à présenter leurs projets tout au long de la Foire d'Hanovre sur un stand dédié, puis ont reçu leur prix au cours d'une cérémonie officielle en direct sur le salon. Une expérience riche de rencontres et d'échanges avec des étudiants du monde entier. Nul doute que ces étudiants participent au développement de notre avenir technologique digital.

Pascal Vignat - Enseignant/Chercheur IUT Indre-Chateauroux

fig. 6 : Le prix Xplore 2018 (Update magazine)



fig. 7 : Xplore, une merveilleuse expérience

#### 4. 2020, ARRIVEE D'UNE DOTATION AVEC PLCnext

Avant l'été 2020, nous avons bénéficié d'une mise à niveau matérielle avec 6 kits de développement PLCnext. Ce nouvel équipement nous a permis de proposer à nos étudiants de nombreuses activités pour l'industrie 4.0. Dans ces conditions, nous avons proposé à Phoenix Contact d'activer une certification pour les étudiants de 3<sup>ème</sup> année Bachelor. Cette certification devait permettre aux étudiants de bénéficier d'un certificat officiel sérieux [2], [3]. Après une présentation des objectifs de la certification, notre demande a été acceptée. C'est une première mondiale et cette initiative se déroule dans une université française. Le défi proposé aux étudiants consistait à mettre en œuvre l'architecture présentée dans la fig. 8. Six équipes tirées au sort ont travaillé en parallèle pendant une période de 35 heures, réparties entre novembre et janvier. L'évaluation des étudiants est divisée en plusieurs étapes :

- ✓ Implication personnelle,
- ✓ Implication de l'équipe,
- ✓ Qualité de l'organisation de l'équipe,
- ✓ Approche du travail,
- ✓ Appropriation de nouvelles connaissances,
- ✓ Livraison des résultats intermédiaires,
- ✓ Livraison de la solution finale (démonstration, rapport d'activité, fichiers sources),
- ✓ Présentation en anglais de "Mon projet en 5 minutes",
- ✓ Capacité à répondre à un Quizz technique sur Internet pendant un temps limité.

16 étudiants sur 24 ont obtenu la 1<sup>ère</sup> certification (fig. 9).

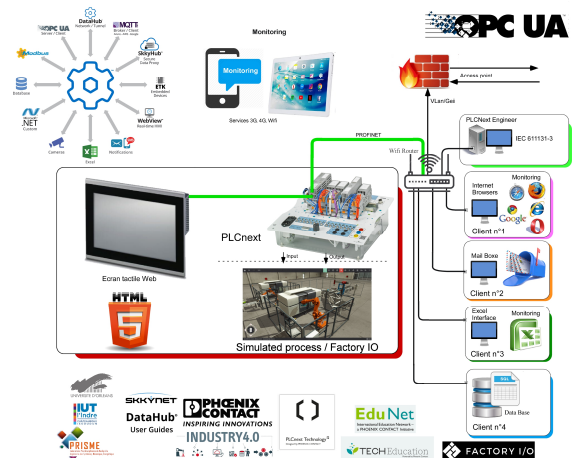


fig. 8 : Les contraintes techniques de la 1<sup>ère</sup> édition



June 29, 2021



fig. 9 : 1<sup>ère</sup> cérémonie de remise de la certification

Nous avons depuis fait des émules. JUNIA HEI, sur le campus de Châteauroux a rejoint le réseau EduNet en 2020. Cette arrivée dans le réseau EduNet était également importante pour la France. Comme nos étudiants, les étudiants ingénieurs en 5<sup>ème</sup> année peuvent désormais bénéficier de technologies spécifiques à l'industrie 4.0 (fig.10).



fig. 10 : JUNIA HEI Campus Centre rejoint le réseau EduNet

## 5. 2022, LA CONFIRMATION DES ENGAGEMENTS

En 2022 et avec les mêmes méthodes de travail, 12 étudiants sur 29 ont obtenu la certification (fig.11).



fig. 11 : La 2<sup>nd</sup> cérémonie des certifications

Les réactions des élèves sont très positives. Ils ont un grand plaisir à participer au challenge même si les verrous technologiques sont parfois compliqués à ouvrir. La certification est un véritable booster pour leur curriculum vitae [4], [5]. 2022 a également été une année riche en émotions avec notre qualification pour la finale du concours international Xplore 2023. Après avoir déposé notre projet en juin, c'est en septembre que notre équipe a été sélectionnée après la délibération du jury. Nous serons la seule équipe à représenter la France, un véritable honneur (fig. 12). Une page Web spéciale a été dédiée à cette qualification. Elle fournit au fil du temps toutes les nouvelles concernant notre avancement sur le projet : <http://pascal.ajoux.free.fr/xplore-2023.html>

10 ZEMAG Etudes

## L'IUT de l'Indre, tourné vers l'industrie du futur!

### Le département GEII représentera la France au défi Xplore Technology Award 2023

Le département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT de l'Indre est au cœur des enjeux industriels et environnementaux de demain. L'Université d'Orléans, le département GEII de l'IUT de l'Indre et l'INSA Centre Val de Loire ont été retenus au défi Xplore Technology Award 2023 avec le projet intitulé « Artificial intelligence to counteract food waste ». Florent DUCULTY - Chef du département GEII / IUT de l'Indre nous présente le projet.

**ZE MAG** Depuis quand existe le département GEII ? Créé en 1994 sur le site de Châteauroux, ce département de formation universitaire n'a cessé de rayonner sur le plan régional, national et international. Depuis sa création et ses milliers d'étudiants formés, ce département est aujourd'hui une véritable vitrine pour les enjeux relevant des besoins numériques pour les industriels.

Justement, quels sont les enjeux dans le milieu industriel ? Nouveaux métiers, nouvelles compétences, employabilité des étudiants à l'aune de l'économie numérique... Tout cela fait partie des thèmes incontournables pour que les formations universitaires soient plus proactives. Les entreprises attendent une efficacité de nos formations pour qu'elles combinent à la fois, de multiples compétences lorsque cela est nécessaire (connaissances en management, spécialisation métier, soft-skills - ces fameuses compétences du XXI<sup>e</sup> siècle), compétences de leadership, éthique, géopolitique, e-réputation, capacités à gérer les différentes transformations/transitions (sociales, numériques et écologiques)...

Quel sera le challenge 2023 pour les étudiants en GEII ? Nous collaborons historiquement avec trois écoles d'ingénieurs, Polytech Orléans, HEI Campus Centre et INSA Centre Val de Loire. Cette année, en collaboration avec et l'INSA Centre Val de Loire, le département GEII représentera la France lors d'un défi international majeur en 2023. En effet, Xplore Technology Award vient d'annoncer ses résultats. Pour cette édition, les candidatures ont été très nombreuses avec 30 pays et plus de 100 institutions et entreprises du monde entier.



### Partez-nous de vos certifications...

Dans ce processus d'adaptabilité, la mise en place de certifications clairement identifiées et reconnues est une réelle opportunité. Après avoir signé en 2017 une convention de partenariat avec Phoenix Contact, EduNet et Skyknet, le département GEII de l'IUT de l'Indre propose depuis 2 ans, une certification en matière de développement d'applications numériques pour les procédés industriels. Titre mondial et universitaire, cette certification est validée aujourd'hui en Licence Professionnelle SAR et demain, en 3<sup>e</sup> année de BUT (Bachelor Universitaire de Technologie). Elle permet aux étudiants de valoriser de nombreuses compétences pour l'industrie du futur et ses applications très variées.

### Quel sera le thème de ce défi ?

L'Université d'Orléans, le département GEII de l'IUT de l'Indre et l'INSA Centre Val de Loire ont été retenus avec le projet intitulé « Artificial intelligence to counteract food waste ». Le sujet consiste à trier automatiquement et valoriser ensuite, les pommes de terre qui ont des défauts et ne permettant pas d'être commercialisées pour la consommation des hommes (pêche noire). L'équipe constituée d'étudiants de 4<sup>e</sup> année de l'INSA Centre Val de Loire et d'étudiants de 3<sup>e</sup> année du département GEII représentera la France dans la catégorie « Environnement ».

IUT de l'Indre - Florent DUCULTY  
Chef du département GEII  
[www.univ-orleans.fr/iut-indre](http://www.univ-orleans.fr/iut-indre)  
02 54 08 25 50  
florent.duculty@univ-orleans.fr

fig. 12 : Le département GEII communique dans la presse

## 6. 2023, UNE NOUVELLE ETAPE DE NOS TRAVAUX POUR L'INDUSTRIE 4.0

Le défi de cette année présente d'autres fonctionnalités en phase avec les besoins de l'industrie. La partie "jumeau numérique" est mieux développée avec des interconnexions plus larges pour les domaines de l'Internet des objets (fig. 14). La certification est activée pour les élèves en 5<sup>ème</sup> année d'ingénieur JUNIA HEI et les étudiants en 3<sup>ème</sup> année de Bachelor. Au total, ce sont près de 60 étudiants répartis en 12 équipes qui devront franchir

toutes les étapes de ce nouveau défi (fig. 13). Dans ce contexte, les défis techniques à relever sont très nombreux avec des services numériques relevant des besoins bien réels des applications industrielles [6], [7], [8], [9].

### DEFI : INDUSTRIE DU FUTUR

Certification PLC Next for Bachelor Level – Saison 2023, un véritable atout pour votre avenir professionnel !



fig. 13 : Les travaux avec les élèves de JUNIA HEI

Tous les résultats seront disponibles au printemps 2023. En ce qui concerne notre qualification pour Xplore, notre vidéo de démonstration sera soumise d'ici le 3 septembre. Un clip vidéo est disponible sur :

<https://www.youtube.com/watch?v=diThZPGSWjw>

Nous sommes extrêmement motivés pour aller en Allemagne et gagner le concours international. Ce projet a un coût avec un budget prévisionnel estimé à 15000.00€ (déplacements, conception et fabrication de la partie mécanique, achat et installation de la partie contrôle-commande connectée en réseau associant la caméra, communication et valorisation).

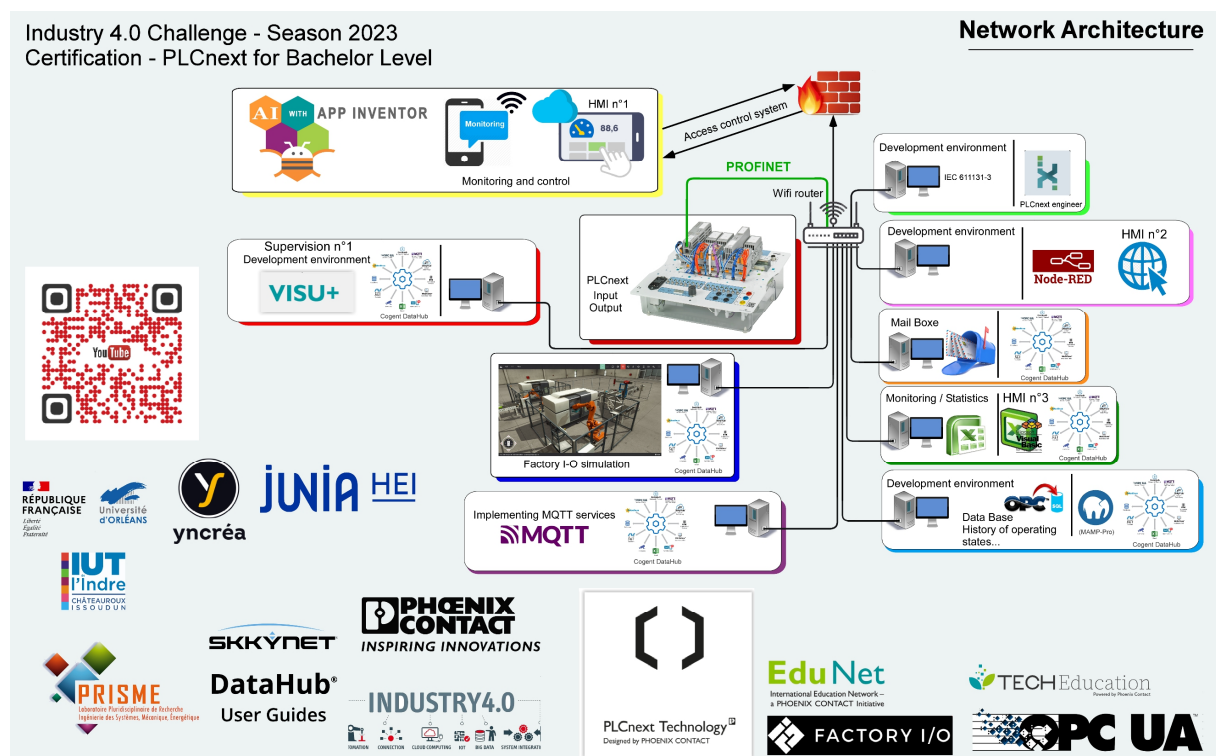


fig. 14 : Edition 2023 du défi

## 7. CONCLUSION

L'industrie du futur est désormais bien implantée dans de nombreux secteurs et entreprises, des grands groupes aux petites et moyennes entreprises. Les nouvelles technologies telles que la réalité virtuelle,

la réalité augmentée, les jumeaux numériques, la fabrication additive, etc. sont désormais intégrées dans de nombreux processus, de la conception au marketing. De fait, former les étudiants d'aujourd'hui à ces nouveaux domaines devient un enjeu majeur non seulement pour le monde industriel, en tant

qu'employeur, mais aussi pour la société dans son ensemble. Ces profonds changements dans l'industrie soulèvent de nombreuses questions sur la formation en termes de compétences, de niveaux de formation, d'équipements et d'infrastructures nécessaires à l'enseignement de ces nouveaux domaines, mais aussi sur la façon dont nous enseignons ces nouveaux domaines et générons ainsi le type de créativité et d'innovation nécessaire à la main-d'œuvre du 21<sup>ème</sup> siècle et à l'industrie 4.0.

En 2020 est arrivée la pandémie ou tout a changé. Nous avons dû faire face à la nécessité de l'enseignement à distance, de la formation connectée et d'un fort désir post-covid de la part des étudiants d'acquérir des connaissances et des compétences à travers des situations réelles (plateformes technologiques, nouvelles pratiques, etc.). Cette dynamique doit pouvoir stimuler la recherche universitaire, les stratégies d'enseignements (adossement à une stratégie de jeu sérieux), les collaborations tout en nous permettant de mieux former les étudiants aux emplois de demain qui découlent de cette révolution industrielle.

### **Bibliographie**

- [1] P. VRIGNAT, F. DUCULTY, S. LIMOUSIN, "Suivi d'une campagne d'irrigation par un enrouleur d'arrosage via un SmartPhone", *Revue 3EI, Société de l'électricité, de l'électronique et des technologies de l'information et de la communication*, Vol. 23, pp. 41-50, 2017.
- [2] P. VRIGNAT, D. DELOUCHE, M. AVILA, S. BEGOT, C. BARDET, F. DUCULTY, F. KRATZ, "Objets Connectés - Mise en œuvre d'un challenge intitulé " Industrie du futur, c'est maintenant !", *J3EA, Journal sur l'enseignement des sciences et technologies de l'information et des systèmes*, EDP Sciences, DOI10.1051/j3ea/20190002, pp. 01-18, 2019.
- [3] P. VRIGNAT, D. DELOUCHE, M. AVILA, F. KRATZ, "Industry 4.0: introduction to the continuous improvement of an industrial process for Master's students", *21<sup>st</sup> IFAC World Congress in Berlin, Germany*, July 12-17, 2020.
- [4] P. VRIGNAT and F. KRATZ, *University and Compagny Partnership: An Agile Strategy For Better Professional Integration Of Graduate Students*, Ed. Infonomics Society, Education Policy And Leadership, 2021, doi: e-ISBN 978-1-913572-16-7.
- [5] P. VRIGNAT, M. AVILA, F. DUCULTY, S. BEGOT, C. BARDET, "An educational challenge with a serious game for bachelor students", *London International Conference on Education (LICE)*, 2022.
- [6] S. DIPA & Makwana ASHWIN, "A survey on mqtt: a protocol of internet of things (iot)", In : *International conference on telecommunication, power analysis and computing techniques (ICTPACT-2017)*. 2017. p. 173-177.
- [7] M. LEKIĆ, & G. GARDAŠEVIĆ, "IoT sensor integration to Node-RED platform", In : *2018 17th International Symposium Infotech-Jahorina (Infotech)*. IEEE, 2018. p. 1-5.
- [8] INVENTOR, MIT App et EXPLORE, M. I. T. App inventor. *línea*. Disponible en: <http://appinventor.mit.edu/explore/>. [Accedido: 26-may-2015], 2017.
- [9] S. CAVALIERI, & F. CHIACCHIO, "Analysis of OPC UA performances", *Computer Standards & Interfaces*, 2013, vol. 36, no 1, p. 165-177.